

# 香酸柑橘粕の堆肥化調整技術

中西 隆男・武内 徹郎

## 要約

県内で生産される香酸柑橘類(スダチ, ヌズ等)はその約半数が加工用として搾汁処理されている。ところが,平成9年の秋に加工処理過程で大量に発生する搾汁粕の不法投棄が地域の環境汚染問題となり,低コスト戸堆肥化処理をするため,牛,鶏の排泄物の他,各種有機質資材をスダチ粕に添加した場合の効果を検討した。

試験は香酸柑橘類生産地域の処理施設面積が小さい点を考慮し減量化を中心に検討することとし,試験区分は粕柄のみ添加,鶏ふん添加,牛ふん添加,米糠添加,米糠+尿素+糖蜜添加の5区を設定し,その発酵状態,重量減少率,容積減少率,スダチ粕粒子の減少等を調査した。

その結果,発酵状態は初期の品温が鶏ふん,米糠,尿素,糖蜜添加区で僅かに良好であった。

また,スダチ粕粒子の減少から見ると,初期の発酵が良好な区は温度上昇により乾燥が促進したため粒子の残存率が高くなり堆肥の外観はむしろ粕柄のみ添加区(1区)及び牛ふん添加区(3区)が良好であった。

また,添加資材が家畜ふん(鶏ふん)の場合及び米糠添加区の場合はアンモニア臭が発生し,容積,重量の減少率も小さいため,山間狭小地での簡易施設内で処理するにはむしろ粕柄のみ添加の処理方法が適していると思われた。

## 目的

徳島県における香酸柑橘類(スダチ, ヌズ)の生産量は,スダチの場合,8,360トンと全国第1位で,最近では県内特産品として全国的に知られるようになった。

栽培は県内の約80%が中山間地域(神山町,佐那河内村,勝浦町)でおこなわれているが,徳島市,阿南市等の平坦地での栽培も盛んである。

ユズの生産量は3,920トン,栽培面積は373haであるが,その多くは上那賀町,木頭村などの山間地域で栽培されている。

スダチ生産量のうちその半数は加工向に販売されており,搾汁後スダチ酢,スダチ果汁,香りを利用した漬け物,飴,七味,麺,ドレッシング等の加工食品として販売されている。

しかし,平成9年,スダチ粕の不法投棄が問題となり緊急に処理方法を検討することとなり県,農協,

柑橘類加工業界等により処理の改善について意見交換をした。

スタチ粕の利用については泌乳牛へのスタチ搾汁粕の給与方法が林ら<sup>1)</sup>により報告されている以外ほとんど検討されていない。

その中で、搾汁粕の堆肥化処理が生産地域での簡易な処理技術として関心もたれ、地域農協の協力のもと県の農業試験場、工業技術センター、果樹試験場、当畜産試験場で柑橘粕の堆肥化処理について試験検討することとなった。

当場ではスタチ粕に籾殻、糠、鶏ふん、牛ふん等の入手しやすい材料を利用して、スタチ粕の堆肥化試験を実施したが、特に山間地域では施設設置面積が狭小であることから、試験は堆肥の減量化の程度及び入手可能な副資材を用いた場合の発酵状態や形状の変化等を中心に検討を行った。

## 第 1 回試験

### 材料及び方法

#### (1) 試験期間

平成 9 年 10 月 14 日～平成 10 年 3 月 2 日

#### (2) 供試材料

搾汁後のスタチ粕水分 84.2% ,PH3.79 ,鶏ふんの水分 44.7% ,pH8.87 ,牛ふんの水分 67.5% ,pH9.29 のものを用いた。

#### (3) 試験区分

上記材料を用い表 1 のとおり区分した。

表 1 試験区分

	鶏ふん混合区	牛ふん混合区
スタチ重量	986 kg	1,168 kg
ふんの重量	1,228 kg	3,731 kg
粕の重量比	44.5 %	23.8 %
混合時水分	62.3 %	71.5 %
切り返し数	7 回※	7 回※

月日:10/14, 10/17, 10/22, 11/10, 11/26, 12/11, 1/5

#### (4) 調査項目

発酵温度の推移、スタチ粕の処理状態、肥料成分を調査した。

### 結果及び考察

各区の品温の推移は図 1 のとおりである。

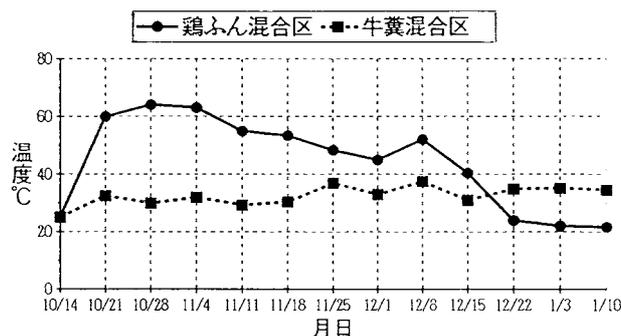


図1 各区の温度推移

鶏ふんをスダチ粕に混合し発酵処理を行ったものは良好な発酵を示し、試験開始から約 2 ヶ月間 50 前後の温度で推移したが、温度測定を中止した 1 月 10 日まで漸次低くなった。

牛ふん添加したものは初期から 1 月 10 日まで温度は 29~37 の低温で推移した。

牛ふん混合区では試験開始 45 日後の調査で堆積物中にスダチ粕粒子が見られなくなった。

しかし、スダチ種子は消失せず堆積物中にみられた。

鶏ふん混合区では堆積物中に乾燥し黒変したスダチ粕粒子が多数みられふんと分離した状態となった。

また、初期発酵時には鶏ふん混合区でアンモニア臭が発生した。

試験開始時から試験終了時までのスダチ粕、鶏ふん、牛ふんの肥料成分は表 2 のとおりである。

表 2 肥料成分

区分	pH	EC ms/cm	アンモニア態窒素 mg/100g	硝酸態窒素 同左	全窒素 %	全炭素 %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MgO %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	灰分 %	
鶏ふん	10/14	8.87	5.63	1,276	10.4	3.4	38.1	3.79	0.80	9.80	2.23	25.6
	11/11	8.99	4.85	858	15.8	2.2	34.9	4.58	1.01	12.9	2.43	33.4
	11/26	9.10	4.58	802	22.9	2.2	35.1	4.54	1.03	12.7	2.67	33.7
	1/27	9.54	4.96	524	41.7	2.1	—	5.54	1.43	14.9	3.29	39.6
	3/ 2	9.59	4.88	320	83.9	2.1	—	5.19	1.29	15.9	3.32	42.7
鶏ふんの 中のスダ チ粕	10/14	3.79	0.52	—	—	0.3	44.6	0.37	0.24	0.89	2.26	5.3
	11/11	8.24	5.39	2,069	13.8	2.7	41.7	1.22	0.40	3.55	5.61	18.8
	11/26	8.67	6.39	2,018	18.0	2.7	42.2	1.17	0.41	3.28	6.33	19.7
	1/27	9.29	6.60	1,014	14.2	2.4	—	2.48	0.69	5.45	5.57	25.5
	3/ 2	9.45	5.86	393	17.7	3.2	—	3.52	0.95	7.53	5.53	30.3
牛ふん+ スダチ粕	10/14	9.29	2.46	151	8.6	1.4	30.3	2.01	1.06	3.53	3.31	37.1
	11/26	9.20	2.34	103	6.7	1.5	32.4	2.06	1.07	3.70	3.49	36.1
	1/27	9.68	2.54	26	22.0	1.5	—	2.29	1.30	4.05	3.69	40.3
	3/ 2	9.45	2.49	0	0	1.5	—	2.36	1.33	4.16	3.88	42.5

注1) 鶏ふんとスダチ粕混合区は堆積物中で分離していたため篩いにより分別して各々を測定した。また、牛ふん混合区は 11 月 26 日以後は篩い分別を行わず測定した。

## 第 2 回試験

### 材料及び方法

(1) 試験期間

平成 10 年 9 月 1 日 ~ 平成 11 年 3 月 31 日

(2) 供試材料

搾汁後のスダチ粕は水分 75.47%，仮比重 0.5 のものを用いた。

籾柄の水分は 7.43%，仮比重 0.139 を用いた。

米糠の水分は 7.20%，仮比重 0.46 ~ 0.5(平均 0.48)を用いた。

牛ふんの水分は 72.2%，仮比重 0.7 を用いた。

鶏ふんの水分は 58.0%，仮比重 0.5 を用いた。

その他，尿素，糖蜜を発酵微生物の栄養資材として使用した。

スダチ粕の堆肥化に籾柄等の副資材を用いて堆積時の比重を 0.6 以下となるよう調整をおこなった。

実際に粕処理を行っている施設では特殊な処理施設や装置は設置せず，パワーショベル等の建設用車両器械のみを使用し堆肥物の切り返しにより空気を混合して好気性発酵を促進する方法であるため，今回の試験も一般の家畜排泄物処理で行われているブローアークは行わず，切り返し(1 回 / 1 週間)のみで加水も行わず現場と同様の方法で実施した。

(3) 試験区分

種々の副資材を組み合わせる 5 区分した(表 3)。

表 3 試験区分

区 分	混 合 物 の 種 類					
	スダチ粕	籾	米 糠	尿 素	糖 蜜	牛 ふ ん 鶏 ふ ん
1 区 籾柄添加 の み	2.0 m <sup>3</sup> 1,000 kg	0.6 m <sup>3</sup> 84 kg				
2 区 鶏ふん添加	2.0 m <sup>3</sup> 1,000 kg	0.6 m <sup>3</sup> 84 kg				0.25 m <sup>3</sup> 125 kg
3 区 牛ふん添加	2.0 m <sup>3</sup> 1,000 kg	0.6 m <sup>3</sup> 84 kg				0.25 m <sup>3</sup> 175 kg
4 区 米糠添加	2.0 m <sup>3</sup> 1,000 kg	0.6 m <sup>3</sup> 84 kg	0.28 m <sup>3</sup> 140 kg	500 L		
5 区 米糠, 尿素, 糖蜜添加	2.0 m <sup>3</sup> 1,000 kg	0.6 m <sup>3</sup> 84 kg	0.28 m <sup>3</sup> 140 kg	20 kg		

(4) 調査項目

各区の発酵状態は品温の調査によりおこない，堆肥の経時的な重量，重量比率，容積，容積減少率，仮比重，水分，スダチ粕粒子の状態について調査した。

## 結果及び考察

### (1) 各区の発酵状態

各区の品温の推移は図 2 のとおりで、調査は各区の温度変化が見られなくなった 12 月下旬までの 109 日間実施した。

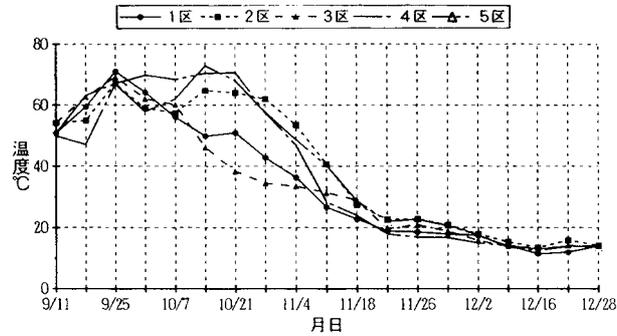


図 2 各区の温度推移

9 月 10 日に試験を開始したが、2 日後(12 日)には 2 区(鶏ふん)及び 3 区(牛ふん)が他区に比べ 54.1 ~ 54.2 と約 5 度程度高くなった。

堆積後 1 週間後では 1 区 59.4 , 2 区 54.9 , 3 区 62.7 , 4 区 47.0 , 5 区 63.1 となった。

2 週間後まで各区共良好な発酵を示し、温度は 70 近くまで上昇した。

その後各区 50 ~ 70 の範囲で推移したが、11 月初旬には外気温の低下とともに 35.1 ~ 44.7 まで低くなり前半のような発酵はみられなくなった。

また、11 月下旬にはさらに各区 11.5 ~ 29.6 まで低下し 12 月初旬には 20 以下となった。

各種資材の添加及び 1 週間に 1 回の切り返しによる発酵促進効果は試験開始 1.5 ヶ月間程度見られた。

性状についてはその各試験区の総重量、重量減少率、容積、容積減少率、水分、仮比重を調査した。

### (2) 各区の総重量及び重量減少率の経時的変化結果は表 4 のとおりとなった。

表 4 各区の経時的変化

区 分	経過日数	総重量	容 積	比 重	水 分	容積減少率	重量減少率
1 区	開始時	1,084 kg	2.6 m <sup>3</sup>	0.417	#	100 %	100 %
	30日後	411	0.709	0.58	69.4	72.7	62.1
	75日後	251	0.684	0.367	58.6	73.7	76.8
	105日後	200	0.683	0.293	41.33	73.7	81.6
	188日後	131	0.612	0.2139	18.67	76.5	87.9
2 区	開始時	1,249 kg	2.93 m <sup>3</sup>	0.426	#	100 %	100 %
	30日後	617	1.313	0.47	58.2	55.2	50.6
	75日後	359	1.008	0.356	46.1	65.6	71.3
	105日後	319	0.958	0.333	37.59	67.3	74.5
	188日後	231	0.816	0.283	19.96	72.2	81.5
3 区	開始時	1,324 kg	2.77 m <sup>3</sup>	0.428	#	100 %	100 %
	30日後	555	1.207	0.46	55.4	56.4	58.1
	75日後	444	1.037	0.428	44.2	62.6	66.5
	105日後	397	1.056	0.376	35.84	61.9	70.02
	188日後	324	0.960	0.3375	28.09	65.35	75.53
4 区	開始時	1,224 kg	2.88 m <sup>3</sup>	0.425	#	100 %	100 %
	30日後	473	1.183	0.40	52.0	58.9	61.4
	75日後	249	0.973	0.256	23.3	66.2	79.7
	105日後	238	0.971	0.245	14.86	66.3	80.6
	188日後	237	0.970	0.244	13.71	66.3	80.6
5 区	開始時	1,244 kg	2.9 m <sup>3</sup>	0.429	#	100 %	100 %
	30日後	514	1.094	0.47	59.5	62.3	58.7
	75日後	238	0.912	0.261	24.8	68.6	80.9
	105日後	212	0.858	0.247	18.32	70.4	82.96
	188日後	199	0.833	0.239	12.75	71.3	84.01

開始時のもみから水分7.43%，比重0.139，米糠の水分7.2%，比重0.46~0.5  
 スダチ粕の水分75.47%，比重0.5

試験開始時の初期仮比重は0.417~0.429と各区ほぼ同じになるよう調整した。

開始時の水分は種々異なる資材が混合していることから測定できなかった。

1区(籾のみ混合区)は初期重量1,084kgであったが、30日後には411kgに減少し、減少率62.1%であった。2区(鶏ふん混合区)は初期重量1,249kg、重量減少率50.6%、3区の初期重量1,324kg、重量減少率58.1%、4区の初期重量1,224kg、重量減少率61.4%、5区の初期重量514kg、重量減少率は58.7%となった。

開始30日後での重量減少が最も大きかったのは1区(籾のみ混合)であった。

(3) 各区の容積及び容積減少率の経時的変化

各区の試験開始30日後の容積減少率は、初期容積2.6~2.93m<sup>3</sup>に対し、1区は72.7%、2区は55.2%、3区は56.4%、4区は58.9%、5区は62.3%であり、重量減少率と同様1区の籾のみ混合区の減少が著しい。

試験期間中の調査結果から、容積減少が顕著に見られたのは各区共30日後までであり、その後の減少は2区(鶏ふん混合)の17%を除き10%以内の減少にとどまった。

(4) 水分

各区の水分は 188 日後の調査で 3 区(牛ふん混合)が 28.09%であったが他区では 12.75 ~ 19.96%と 20%以下であった。

試験は風通しの良い屋根付の堆肥堆積場で実施したことから各区共乾燥状態は良かった。

(5) pH

各区の pH であるが、スダチ粕が強酸性であることから発酵への影響が懸念されたが、当初からその影響もなく、発酵処理時間の経過とともに各試験区の pH は 9.33 ~ 9.77 に上昇した。

(6) 残存スダチ粕量

各区の堆積物を 10 リットルポリ容器に採取し 10mm メッシュの篩いにかけて、残存スダチ粕粒子を分別した後その重量、個数を調査した。

調査は試験開始 75 日後と 188 日後の 2 回実施した。

結果は表 5 のとおりとなった。

表 5 各区のスダチ粕残存粒子量と個数

区分	75 日後			188 日後		
	個数	重量 g	粒子の内訳※	個数	重量 g	粒子の内訳※
1区	41	17.6	小粒子	6	8.8	小粒子
2区	324	146.3	中小粒子	31	24.1	小粒子
3区	38	22.0	小粒子	9	11.8	小粒子
4区	551	371.1	大中粒子	514	412.1	大中粒子
5区	608	381.4	大粒子	345	279.2	大中粒子

※：スダチ粒子の原形がそのままか1/4のものを大，1/4~1/8のものを中，それ以下のものを小粒子としてカウントした。

試験開始 75 日後，2 区，4 区，5 区の堆積物中にはスダチ粕未分解粒子が 324 ~ 608 個と数多く見られ，5 区は大粒子が，4 区では大及び中粒子が，2 区では中小粒子が大半を占めていた。

しかし，1 区では粒子数 41 個と少なく小粒子が目立った。

3 区においても 1 区と同様に粒子数 38 と少なく小粒子がほとんどを占めていた。

試験開始 188 日後では 75 日後の場合と同様，1 区と 3 区の堆積物中のスダチ粕粒子は各々 6 個，9 個で前回調査時よりさらに減少していた。

また 2 区(鶏ふん混合)においてもその粕粒子数が前回の 324 個から 31 個と 1 / 10 に減少していた。前年度に実施した第 1 回試験においても牛ふん混合区で粕粒子の分解消失が試験開始 45 日後にみられている。

またこの時の発酵温度は 29 ~ 37 度と低く推移していたことからスダチ粕粒子数減少には初期発酵状態の違いが影響していると思われる。

つまり米糠，尿素，糖蜜，鶏ふんの添加は初期発酵を促し温度が上昇するが，かえってスダチ粕粒

子が分解し難い状態にまで乾燥してしまうため残存粒子が多くなるものと考えられる。

今回の結果から、スダチ粕堆肥化処理は比重調整用資材として籾殻のみ使用し、発酵促進用資材(米糠、糖蜜、尿素、鶏ふん)無添加が容積、重量の減少、スダチ粕の分解促進、臭気対策の点からも良いと思われた。

また、牛ふんを混合利用して処理する場合についても、籾殻+スダチ粕混合堆肥より肥料成分が強化できること及び生産堆肥の外観も良好であるという点から推奨できる方法である。

今後の問題点としてスダチ粕堆肥化時に発生する衛生害虫(ハエ、アメリカミズアブ等)の防除対策を検討する必要がある。

## 文献

- 1) 林和徳・小賀野義一．徳島県畜産試験場研究報告，No.27，12 - 16．1986．